



TITLE:

四万十付加体における重力斜面変形と深層崩壊に対する衝上断層の役割(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

荒井, 紀之

CITATION:

荒井, 紀之. 四万十付加体における重力斜面変形と深層崩壊に対する衝上断層の役割. 京都大学, 2018, 博士(理学)

ISSUE DATE:

2018-09-25

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k21329>

RIGHT:

学位規則第9条第2項により要約公開; Rain-induced deep-seated catastrophic rockslides controlled by a thrust fault and river incision in an accretionary complex in the Shimanto Belt, Japan. Island Arc. 2018;e12245. <https://doi.org/10.1111/iar.12245>; accepted versionは, リポジトリ公開可だが, printed versionは不可。

(続紙 1)

京都大学	博 士（理 学）	氏名	荒井 紀之
論文題目	四万十付加体における重力斜面変形と深層崩壊に対する衝上断層の役割		
<p>（論文内容の要旨）</p> <p>世界で最も典型的な付加体の一つである四万十付加体では、従来、豪雨によって多数の深層崩壊が発生してきたが、その根本的な原因は必ずしも明らかではなかった。本研究の目的は、豪雨に伴って四万十付加体で発生する深層崩壊とその発生に密接な関係のある重力斜面変形を対象として、山地斜面内の地質構造を精緻に明らかにすることにより、それらの地質学的な素因とメカニズムを究明することである。研究域として、1889年と2011年に台風の豪雨により深層崩壊が多数発生した紀伊半島中央部を選定した。四万十付加体には衝上断層が一般的に発達することが知られているが、既往研究では、斜面の安定性に重要な非固結脆性破砕帯を持つ衝上断層について、分布や性状に関する正確な情報が欠如していた。本研究では、研究域内の地質構造、特に断層の分布性状を徹底的に調査し、重力斜面変形や深層崩壊との関係を分析した。</p> <p>地質調査においては、地質分布とともに、非固結の脆性破砕帯を伴う衝上断層の分布を山地斜面に追跡した。また、一つの崩壊地とその周辺ではボーリングのコアログデータと地下水観測データを分析した。地形調査においては、2011年の崩壊発生前後に実施された航空レーザー計測から得られた1mメッシュの数値地形モデルを使用して、地理情報システムによる解析を行い、重力変形斜面の抽出や、小崖、線状凹地等の微地形、崩壊箇所の詳細地形分析を行った。また、重力斜面変形に要する時間を知るために、重力斜面変形により形成された凹地内堆積物の堆積年代を14C法やテフラクロノロジーにより推定した。断層ガウジの鉱物組成や工学的な性質を明らかにするために、断層露頭から不攪乱試料を採取し、XRD分析、一面剪断試験、室内透水試験および粒度試験を行った。</p> <p>研究の結果、四万十付加体における重力斜面変形と深層崩壊について、次のことが明らかになった。調査地域には1mを超えるような厚さの非固結の脆性破砕帯を伴う衝上断層が、数kmの間隔で形成されており、それが重力斜面変形と深層崩壊の重要な素因となっている。このような衝上断層が流れ盤を構成している場合、河川侵食が進むと、衝上断層は斜面脚部の川沿いで地表近くに位置するようになり、断層の上盤側の岩盤が不安定化して変形し、斜面上部に谷向き小崖や線状凹地が形成される。これらの小崖や凹地の形成は、本研究域では、少なくとも約7千年から約5万年前から始まった。流れ盤をなす衝上断層を持つ斜面がその傾斜方向の高角断層を有していると、それと衝上断層とによって周囲と分離された領域が形成され、その岩盤はより変形・崩壊しやすくなる。衝上断層が斜面下方にプランジした向斜構造をなす場合も、同様に、その上の岩盤が変形しやすくなり、崩壊することもある。衝上断層に伴う非固結の脆性破砕帯が重力斜面変形と深層崩壊の素因となるのは、それが粘土質のガウジや角礫を有し、連続的な力学的弱層となるだけでなく、地下水の遮水層となるためである。この遮水性のために、豪雨時には間隙水圧の急上昇が生じ、これが急激な崩壊発生の原因となると推察される。</p> <p>四万十帯では、本研究の調査地のように、北から北西傾斜で数km以上側方に連続する衝上断層や、北西-南東走向の高角断層が多数存在することが一般的に知られている。したがって、衝上断層が流れ盤をなす北から北西向き斜面では、上記のような重力斜面変形と降雨による深層崩壊の発生は、一般的なものであると考えられる。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

近年、豪雨によって地下深くの岩盤までもが崩壊する深層崩壊が多発するようになり、大災害を引き起こし、大きな問題となっている。そして、深層崩壊の中には西南日本外帯の四万十帯に発生するものが多く、この場合の原因は付加体に固有の地質構造にあると考えられてきた。しかしながら、四万十付加体は世界で最も典型的な付加体の一つとして知られ、よく調べられてきた付加体であるものの、従来の研究は、地質構造発達史や地震の発生場と関連した研究が主体であり、斜面の安定性に密接に関係する断層の破碎性状についての研究は少なく、また、断層の山地斜面における分布についてはほとんど未解明であった。そのため、四万十付加体、さらには、その他の付加体における深層崩壊の真の地質的原因は明らかになっていなかった。

申請者は、2011年の台風12号によって深層崩壊が発生した地域を対象として、地質構造を詳細に解明し、それと深層崩壊、さらに、それに先立つ重力斜面変形の地質構造的原因を明らかにした。この台風による豪雨は、大量の出水を生じ、きわめて良好な露頭を出現させた。そのため、申請者は、空間的に欠落の少ない地質情報を取得することができ、本研究を実証的なものにすることができた。

申請者は、まず、2つの隣り合う深層崩壊とその周辺を隈なく踏査し、これらが、横方向に少なくとも8km連続し、最大厚さ6mにおよぶ非固結断層破碎帯をすべり面としていることを見出した。この破碎帯は必ずしも明確に異なる地層を境しているわけではなく、また、その方向をわずかに変化するものであるため、その分布の把握には、丹念な横方向の追跡が必要であった。次に、地質構造に大きく斜交する主要河川沿いに、12.9kmにわたってほとんど連続的なマッピングを行った。その結果、1m以上の厚さを持つ非固結破碎帯を持つ衝上断層が8条、間隔を置いて発達していることを見出した。これらのほとんどの断層破碎帯は、従来知られていなかったものであり、申請者の綿密な調査によって明らかになったものである。そして、これらの内2条の破碎帯については、側方への綿密な追跡によって、これらが約2km以上にもわたって重力変形斜面の平面的な底面をなすことを示した。また、他の1条の破碎帯では、それが谷向きにプランジする褶曲構造をなし、その上の岩盤斜面が変形していることを突き止めた。さらに、残りの4条の破碎帯も同様に広域的な重力変形斜面を規制している可能性が高いことを示した。

申請者は、重力斜面変形と深層崩壊の断面的な地質構造の分析により、河川侵食によって衝上断層が斜面下部に近づくと重力斜面変形が始まり、最終的には深層崩壊に至る場合があることを明確にした。そして、このような変形が、調査地域では少なくとも約7千年から約5万年前頃開始したことを例示した。申請者は、衝上断層の上下の岩盤で計測された地下水位観測結果を分析し、また、断層ガウジの物理・力学および鉱物学的分析を行い、衝上断層が力学的に弱い広い面をなすとともに、地下水の遮水効果を持つことを明確にし、それが重力斜面変形と深層崩壊の素因となることを明らかにした。

本研究は、付加作用の後著しい変形を受けずに隆起した付加体が隆起と侵食の激しい地域でどのような地形発達をたどるか、初めて典型的な事例として明らかにしたもののとして、高く評価される。また、急峻な山岳地で、従来の構造地質学的研究成果に頼ることなく、丹念に事実を積み重ね、実証的に新しい結論を導いた申請者の科学的姿勢も、高く評価されるものである。よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、平成30年6月21日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公表可能日： 年 月 日以降